

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-316739

(43)公開日 平成7年(1995)12月5日

(51)IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2 E			
38/22				
38/54				

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-106729

(22)出願日 平成6年(1994)5月20日

(71)出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72)発明者 松田 幸紀

愛知県名古屋市昭和区円上町4番20号

(74)代理人 弁理士 須賀 総夫

(54)【発明の名称】 冷間工具鋼

(57)【要約】

【目的】 冷間工具鋼として難加工材の加工に用いる工具材料において、大型のものに真空熱処理をした場合でもHRC64以上の硬さが得られ、高い靱性と両立するものを提供する。

【構成】 C:0.75~1.15%、Si:0.45~1.5%、Mn:1.5%以下、Cr:4.5~7.0%、Mo:3.0~6.0%、W:3.0%以下およびV:0.5~2.5%を含有し、残部が実質上Feである合金成分からなり、 $Weq(2Mo+W)$ が8~14であって $(-2.4Cr+26)$ より大きくない合金組成を採用する。

(2)

特開平7-316739

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.75~1.15%, Si:0.45~1.5%, Mn:1.5%以下, Cr:4.5~7.0%, Mo:3.0~6.0%, W:3.0%以下およびV:0.5~2.5%を含有し、残部が実質上Feである合金成分からなり、 $Weq=2Mo+W$ とするとき、 $8 \leq Weq \leq 14$ 、 $Weq \leq -2.4Cr+26$ をみたす合金組成を有する焼入性の高い冷間工具鋼。

【請求項2】 C:0.78~0.95%, Si:0.6~1.0%, Mn:0.1~1.5%以下, Cr:5.1~6.0%, Mo:4.0~5.5%, W:3.0%以下およびV:1.0~1.6%を含有し、残部が実質上Feである合金成分からなり、 $Weq=2Mo+W$ とするとき、 $8 \leq Weq \leq 24$ 、 $Weq \leq -2.4Cr+26$ をみたす合金組成を有する焼入性の高い冷間工具鋼。

【請求項3】 合金が、請求項1または2の合金成分に加えて、Ni:0.25~1.5%, B:0.001~0.10%, Nb:3.0%以下およびCo:5.0%以下からえらんだ1種または2種以上を含有する組成を有する焼入性の高い冷間工具鋼。

【請求項4】 合金が、請求項1または2の合金成分に加えて、REM:0.60%以下、Y:2.0%以下、Zr:2.0%以下およびHf:2.0%以下からえらんだ1種または2種以上を含有する組成を有する焼入性の高い冷間工具鋼。

【請求項5】 合金が、請求項1または2の合金成分に加えて、Ni:0.25~1.5%, B:0.001~0.10%, Nb:3.0%以下およびCo:5.0%以下からえらんだ1種または2種以上、ならびに、REM:0.60%以下、Y:2.0%以下、Zr:2.0%以下およびHf:2.0%以下の1種または2種以上を含有する組成を有する焼入性の高い冷間工具鋼。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかに記載の冷間工具鋼を成形し、真空熱処理により焼入れし、ついで500℃以上の高温焼戻しをして硬さをHRC64以上にするることからなる冷間加工用工具の製造方法。

【請求項7】 請求項6に記載の方法により製造した高硬度かつ高靱性の冷間加工用工具。

【請求項8】 転造ダイス、ゼンジミアロールまたは冷間鍛造金型である請求項7の冷間加工用工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、冷間工具鋼とそれを使用した冷間加工用工具およびその製造方法に関する。本発明の冷間工具鋼は靱性と焼入性が高く、高い硬度が容易に得られるから、加工性の低い材料を加工する工具やロールの製造に適する。

【0002】

【従来の技術】 たとえば歯車の製造を切削加工から塑性

2

加工に変えたり、転造によりボルトを製造する材料として強度の高いものを使用するようになるなどの冷間加工の進展につれて、工具にかかる負荷はますます増大している。

【0003】 従来、冷間加工用工具の材料としてはダイス鋼であるSKD11系の高炭素高クロム鋼や、高速度工具鋼SKH51などが使用されて来た。SKD11は硬さがHRC62程度であることと、負荷応力が高い使用条件が多くなったことから、強度の面で不満足なものとなった。SKH51は理想的な焼入れを行なえば高い硬さが得られるが、本来焼入性は高くないため、工具の大型化や真空焼入れの普及に伴い、その性能を十分に発揮することが困難になっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明のひとつの目的は、上記したような冷間工具鋼に関する技術の現状から一歩前進し、真空熱処理を行なった大型の工具においてHRC64~66の高い硬度を実現し、靱性も高いものを製造できる冷間工具鋼を提供することにある。

【0005】 本発明のいまひとつの目的は、上記の冷間工具鋼から高硬度かつ高靱性の冷間加工用工具を製造する方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の冷間工具鋼は、基本的な合金組成としてC:0.75~1.15%, Si:0.45~1.5%, Mn:1.5%以下, Cr:4.5~7.0%, Mo:3.0~6.0%, W:3.0%以下およびV:0.5~2.5%を含有し、残部が実質上Feである合金成分からなり、 $Weq=2Mo+W$ とするとき、 $8 \leq Weq \leq 14$ 、 $Weq \leq -2.4Cr+26$ をみたす合金組成を有する焼入性の高い冷間工具鋼である。

【0007】 各合金成分の量は、好ましくは下記のとおりである。C:0.78~0.95%, Si:0.6~1.0%, Mn:0.1~1.5%, Cr:5.1~6.0%, Mo:4.0~5.5%, W:3.0%以下およびV:1.0~1.6%を含有し、残部が実質上Fe。

【0008】 上記の基本的な合金組成の冷間工具鋼も、好ましい合金組成のそれも、上記各成分に加えて、下記のグループイ) およびロ) の合金成分の一方または両方を含有することができる。

【0009】 イ) Ni:0.25~1.5%, B:0.001~0.10%, Nb:3.0%以下およびCo:5.0%以下からえらんだ1種または2種以上、ならびに

ロ) REM:0.60%以下、Y:2.0%以下、Zr:2.0%以下およびHf:2.0%以下からえらんだ1種または2種以上。

【0010】 本発明の冷間加工用工具の製造方法は、上

(3)

特開平7-316739

3

記した合金組成のいずれかを有する冷間工具鋼を成形し、真空熱処理により焼入れし、ついで500℃以上の高温焼戻しをして硬さをHRC64以上にすることからなる。

【0011】

【作用】SKH51のような高速度工具鋼は、前述のように焼入れ性がよくない。そこで、そのCr量を増大して焼入性向上をはかることが試みられたが、そうすると靱性が低下することが知られている。発明者は、この靱性低下が鋼中の炭化物の形態の変化に起因すると考え、炭化物形態を左右する因子について研究した結果、合金の $Weq = 2Mo + W$ の値およびSi量を適切にえらぶことによって、高Cr量を採用しても炭化物を微細にすることができ、高硬度と高靱性とが両立し得ることを見出して本発明に至った。

【0012】詳しくいえば、高速度工具鋼中の M_2C 型の炭化物は、高温に加熱されると、 $M_2C \rightarrow M_3C + MC$ の分解反応を起して、板状であったものが粒状になり、微細化する。 M_2C 炭化物は(Fe, Mo, W, V, Cr) $_2C$ の複炭化物であり、その構成元素の割合とくにMoおよびWの量を変化させることと、Si量を高い範囲にえらぶことによって上記の反応による炭化物の微細化が実現するということが、発明者の得た知見である。

【0013】本発明の合金組成の限定理由は、つぎのとおりである。

【0014】C: 0.75~1.15%、好ましくは0.78~0.95%

焼戻し硬さHRC64以上を確保するために0.75%以上を必要とし、炭化物の生成量を過大にしないよう1.15%以下に止める。

【0015】Si: 0.45~1.5%、好ましくは0.6~1.0%

Siは M_2C 型の炭化物に固溶して炭化物量を増大させるとともに、高Cr量のもとでの M_2C 炭化物の前記反応を促進し、微細炭化物が得られる領域を拡げる。マトリクス中に固溶して硬さの増大に寄与することも、もちろんである。そこで、本発明では、従来のSi量(SKH51は0.3%)より高い範囲を選択している。ただし、過大なSi量は靱性をかえって低下させるので、上記した限界を設けた。

【0016】Mn: 1.5%以下、好ましくは0.1~1.5%

脱酸脱硫剤として、また焼入性向上元素として適量加える。上限は、熱間加工性を阻害しないようにとの観点から定めた。

【0017】Cr: 4.5~7.0%、好ましくは5.1~6.0%

マトリクスに固溶して、ベイナイト焼入性を向上させる。しかしCr量が多くなると、 M_2C 型の炭化物でなく、加熱しても前記の微細化反応を起さない M_7C_3 型

4

の炭化物の生成量が増して不利を招くため、上記の限界を置いた。

【0018】Mo: 3.0~6.0%、好ましくは4.0~5.5%

W: 3.0%以下

適切な炭化物量および複炭化物の構成割合を実現するために、上記の範囲を選択した。Moは、適正焼入れ温度を低温側に移行させ、ベイナイト焼入性を向上させる点から、高い含有量の範囲をえらんだ。

【0019】 $Weq = 2Mo + W$: 8~14、かつ $(-2.4Cr + 26)$ 以下

工具に要求される耐摩耗性と硬さを確保するためには、 Weq が8以上なければならない。焼入性の向上を意図したCr量の増大は、炭化物形態に起因する靱性の低下を招く。靱性を高く保つための条件として、 Weq が14を超えないこと、およびCr量の増大につれて減少する $(-2.4Cr + 26)$ の値を超えないことが必要である。

【0020】V: 0.5~2.5%、好ましくは1.0~1.6%

Vは結晶粒を微細化し、耐摩耗性を向上させる。そのために必要な下限量は0.5%である。一方、V量が過大になると、凝固時に巨大なVCが析出したり、焼入れの際の冷却時の高温領域で炭化物の析出が顕著になるので、V量にはおのずから限界があり、上記の上限値を設けた。

【0021】任意に添加する合金成分の作用とその添加量の限定理由は、つぎのとおりである。

【0022】Ni: 0.25~1.5%、B: 0.001~0.10%、Nb: 3.0%以下およびCo: 5.0%以下からえらんだ1種または2種以上

NiおよびBは焼入性を高める。Nbも、安定な炭化物を形成して焼入れ時の高温域での炭化物析出を抑え、結果として焼入れ硬さの低下を防ぐはたらきをする。

これらの元素は多量になると熱間加工性を下げたり焼きなまし硬さに悪影響を及ぼしたりするので、それぞれ上記した限界を置いた。Coは熱処理後の硬さを向上させる一方で、ベイナイト焼入性を低下させるので、この観点から上限を定めた。

【0023】REM: 0.60%以下、Y: 2.0%以下、Zr: 2.0%以下およびHf: 2.0%以下の1種または2種以上

これらの元素は鋼中のSやPのような不純物と結合してそれらを固定することにより、熱間加工性を向上させ、靱性を高める。また、Nと結合してVCの微細化にも役立つ。多量に過ぎると鋼の清浄度を害し、靱性もかえって低下するから、それぞれ上限を定めた。

【0024】

【実施例】表1に記載の合金成分(重量%、残部は実質上Fe)を有する冷間工具鋼を溶製した。それぞれの

(4)

特開平7-316739

5

6

合金のWeqおよび-2.4Cr+26の値を、表1に * 【0025】
併記した。

*

表1

No.	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Ni...	REM...	Weq	-2.4Cr +26
実施例											
1	0.82	0.70	0.30	5.43	4.66	1.02	1.22	—	—	10.3	13.0
2	1.00	0.45	0.64	4.95	4.95	1.93	2.13	Ni0.12	—	11.8	14.1
3	0.90	1.02	0.08	6.89	3.08	2.49	0.99	Ni0.22	—	8.6	9.5
4	0.77	1.03	0.32	5.72	4.88	1.89	1.66	Ni0.31	—	11.6	12.3
5	1.15	1.33	0.37	5.55	5.97	0.02	2.01	Ni0.20	—	12.0	12.7
6	0.99	0.83	0.94	5.31	4.13	1.88	0.51	Ni1.05	—	10.1	13.2
7	0.89	1.05	0.33	5.91	4.91	1.54	1.88	Nb1.31	—	11.4	11.9
8	0.84	0.71	0.55	5.39	4.22	1.99	1.38	B 0.01 Y0.08	10.4	13.0	
比較例											
1	0.79	1.44	0.82	5.88	5.75	2.01	0.48	—	—	13.5	11.9
2	1.00	0.34	0.35	5.62	7.21	2.12	1.93	—	—	16.5	9.0
3	1.08	0.55	0.33	6.01	6.88	3.92	1.41	—	—	17.7	11.6
4	0.85	0.34	0.41	4.13	5.03	6.41	1.91	—	—	16.5	16.1
5	0.75	1.44	0.38	6.21	3.65	—	1.22	—	—	7.3	11.1

比較例4は、従来のSKH51鋼相当である。

【0026】各鋼を鍛造し、焼きなましをしてから焼入れ-焼戻しをした。焼入れは真空加熱/ガス冷却により行なった。冷却速度は20℃/分。焼戻しは工具使用時の表面到達温度を考慮して、高温を採用した。

【0027】各供試材につき、硬さを測定し、靱性をシャルピー衝撃試験によりしらべた。耐摩耗性は、大越式※

※迅速摩耗試験により、下記の条件で測定した：

相手材：SCM440（焼きなまし）

送り距離：200m

送り速度：2.93m/秒

荷重：6.3kgf

それらの結果を、熱処理条件とともに表2に示す。

【0028】

表2

No.	熱処理温度(℃)		硬 さ	シャルピー衝撃値	耐摩耗性
	焼入れ	焼戻し	HRC	(J/cm ²)	(mm ² /kgf)
実施例					
1	1140	540	66.2	34	12×108
2	1160	540	66.1	28	9
3	1140	540	65.3	31	20
4	1140	540	64.3	41	23
5	1140	540	66.5	29	9
6	1170	540	65.8	29	18
7	1140	540	65.2	27	19
8	1140	540	65.3	30	24
比較例					
1	1160	540	65.3	19	18
2	1160	540	65.1	15	16
3	1190	540	65.4	10	16
4	1190	540	62.7	19	25
5	1140	540	64.8	19	42

【0029】

【発明の効果】上記の実施例は、本発明によればHRC 64～66の高い硬さとシャルピー衝撃値30～40 J/cm²クラスの靱性とが、あわせ得られることを示している。焼入れ効果が従来のソルト浴を用いた場合より低

くなりがちな真空熱処理によっても、十分な焼入れができることが確認できた。従って本発明は、難加工材を加工する工具、とくに冷間圧造工具、冷間圧延ロール、転造ダイスに適用して有意義であるほか、温間鍛造用工具 50 具に関しても適用可能である。